

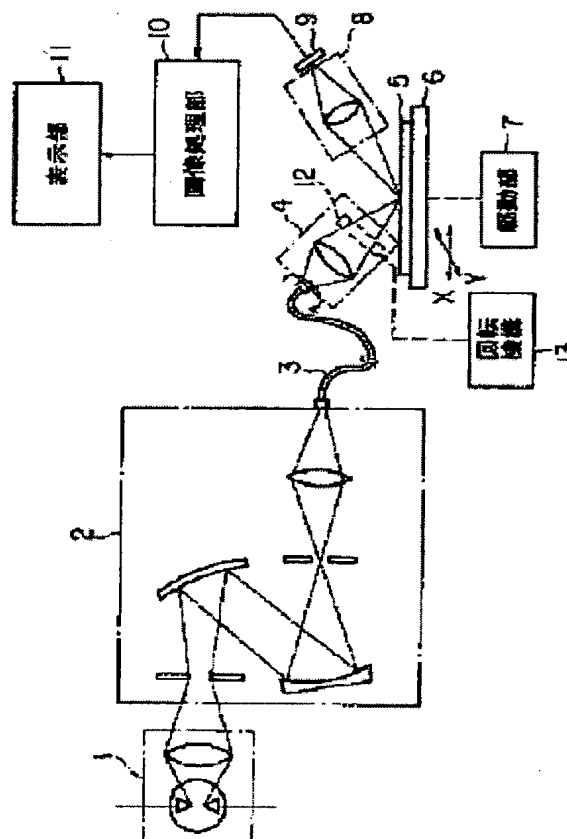
INSPECTION METHOD OF SEMICONDUCTOR THIN FILM AND MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR THIN FILM BY USE THEREOF

Patent number: JP2000031229
Publication date: 2000-01-28
Inventor: TERADA SHIGEKI
Applicant: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO
Classification:
 - international: **G01J3/42; H01L21/66; H01L21/66; G01J3/42; H01L21/66; H01L21/66; (IPC1-7): H01L21/66; G01J3/42**
 - european:
Application number: JP19980198720 19980714
Priority number(s): JP19980198720 19980714

Report a data error here

Abstract of JP2000031229

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable a two-dimensional distribution of crystallization rate in a polycrystalline silicon film to be easily obtained in a short time in a production line.
SOLUTION: A light flux of ultraviolet light to near ultraviolet light in a wavelength range of 260 nm to 450 nm is generated by a light source 1 to irradiate a substrate 5 placed on an XY stage 6 which is two-dimensionally movable, and a reflected light flux from the substrate 5 is collected and picked up by an image sensor 9 composed of a line sensor and others, whereby image data are generated. A change of a polycrystalline silicon film and an a-Si film in a refractive index n and an attenuation coefficient k with a change in a crystallization rate is detected as a reflective index change in the surface of the substrate.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-31229

(P2000-31229A)

(43)公開日 平成12年1月28日(2000.1.28)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード*(参考)

H 0 1 L 21/66

H 0 1 L 21/66

N 2 G 0 2 0

G 0 1 J 3/42

G 0 1 J 3/42

Z 4 M 1 0 6

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平10-198720

(22)出願日 平成10年7月14日(1998.7.14)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 寺田 茂樹

埼玉県深谷市幡羅町1丁目9番2号 株式会社東芝深谷電子工場内

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

Fターム(参考) 2G020 AA04 AA05 CB32 CB33 CB54

CC27 CC29 CC55 CC63 CD12

CD31

4M106 AA10 BA04 CA70 CB30 DH01

DH12 DH31 DH38 DJ04 DJ11

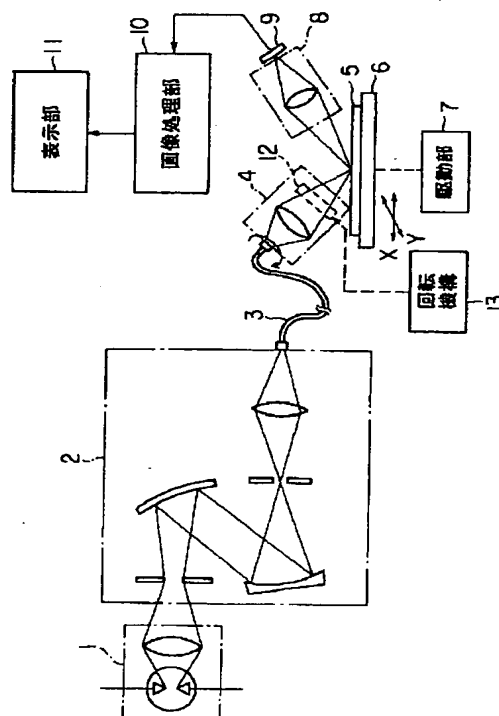
DJ23

(54)【発明の名称】 半導体薄膜の検査方法及びそれを用いた半導体薄膜の製造方法

(57)【要約】

【課題】従来の半導体薄膜の検査方法は、基準のa-Si膜の膜厚ムラのため、2次元的に結晶化率分布を求める必要があるが、基板全体の結晶化率、粒径の分布を求める場合には、多量の測定点を点測定して再構成し分布を求めるため時間を要し、製造ライン上の製品に対し制限される検査時間では検査できなかった。

【解決手段】本発明は、波長が260nmから450nmまでの紫外、近紫外線領域の光束を光源1で発生させて2次元的に移動可能なXYステージ6に載置される基板5に照射し、その反射した反射光束を集光してラインセンサ等からなる撮像部9で撮影して撮像データを生成し、多結晶シリコン膜とa-Si膜との結晶化率の変化による屈折率n及び消衰係数kの変化を基板表面の反射率変化として検出する半導体薄膜の検査方法及びそれを用いた半導体薄膜の製造方法である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に形成された多結晶シリコン膜の結晶化率分布を求める検査方法において、前記多結晶シリコン膜の表面に、波長が 260nm から 450nm までの紫外から近紫外領域のうちの任意の波長の光束を照射し、その反射した光束から画像を生成し、その画像の屈折率及び／若しくは消衰係数のそれぞれに生じた差に基づき、前記多結晶シリコン膜の結晶化率分布を求めることを特徴とする半導体薄膜の検査方法。

【請求項 2】 前記基板上に形成された多結晶シリコン膜は、前記基板上に非単結晶シリコンを形成した後、熱処理を行い結晶化した膜であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体薄膜の検査方法。

【請求項 3】 前記非単結晶シリコンは、非晶質シリコンであることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体薄膜の検査方法。

【請求項 4】 前記熱処理がレーザアニールであることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体薄膜の検査方法。

【請求項 5】 前記画像を生成する際に用いられる撮像手段がラインセンサであった場合に、前記多結晶シリコン膜に照射する光束がライン状に整形されることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体薄膜の検査方法。

【請求項 6】 前記画像を生成する際に、前記多結晶シリコン膜に 90°未満の入射角で照射し、該入射角と同じ角度の反射角で取り込んだ反射光束を画像化することを特徴とする請求項 1 に記載の半導体薄膜の検査方法。

【請求項 7】 前記基板上にアモルファスシリコン膜を形成した後、エネルギーを加えて、前記アモルファスシリコン膜を多結晶シリコン化する多結晶シリコン膜形成工程と、

前記多結晶シリコン膜の表面に、波長が 260nm から 450nm までの紫外から近紫外領域のうちの任意の波長の光束を照射し、その反射した光束から画像を生成し、その画像の屈折率及び／若しくは消衰係数のそれぞれに生じた差に基づき、前記多結晶シリコン膜の結晶化率分布を求める検査工程と、を具備することを特徴とする半導体薄膜の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザアニール法を用いて、多結晶シリコン膜等を形成された基板の検査方法に係り、特に製造ライン上で多結晶シリコン膜の結晶化率分布を 2 次元的に求める検査方法とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、レーザアニール法による多結晶シリコン基板の製造において、生成した多結晶シリコンの粒径、結晶化率を所望する値に制御することは、その基板の基本特性として重要である。

【0003】例えば、ガラス基板等の基板上に形成され

る多結晶シリコン膜を使用した TFT-LCD においては、その多結晶シリコンの粒径や結晶化率のばらつきが製品化された際の画像のコントラストなどの特性や各種欠陥の発生率に影響する。

【0004】これらの粒径、結晶化率を直接求める公知な方法として、結晶の粒界を選択的にエッチングして、その結晶の状態を電子顕微鏡像等で観察する検査方法がある。このエッチングによる検査方法は、実際の結晶を直視して観察するものであり、確実に粒径と結晶化率を測定することができ、他の全ての方法の衝として使用できる。

【0005】また、別の検査方法として、ラマン分光を使用した結晶化率の測定方法がある。このラマン散乱検査方法は、ラマン散乱のピーク波長強度が、結晶化率の変化に対し、線形性を持つことを利用し、結晶化率を検量線により求めるものである。この検査方法は、実際の基板の指定した場所の結晶化率を非破壊で測定でき、製造ラインの中で、実際の製品評価に使用することができる。

【0006】前記結晶化率はまた、シリコン膜の複素屈折率、消衰係数の変化より求めることができる。例えば、分光エリプソメータを用いた分光エリプソ検査方法であれば、前記複素屈折率、消衰係数の値を容易に求めることができる。

【0007】その値とエッチングによりもとめた結晶化率の間で検量線を作成し、その検量線より測定した基板の結晶化率を求める。この方法も非破壊で容易に結晶化率を求めることができ、製造現場での品質管理に使用することが可能である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、通常のレーザアニールによる多結晶シリコン膜作成では、処理中のレーザ強度の変動や、検査の基準となる a-Si 膜の膜厚ムラにより、部分的であるが 2 次元的に結晶化率が異なる場合がある。故に、2 次元的に結晶化率分布を求める方法が必要となる。

【0009】しかし、従来の検査方法の測定面積は、例えばエッチングによる検査方法では電子顕微鏡の視野内のみであり、ラマン散乱検査方法や分光エリプソ検査方法でも測定光が照射されている、例えば、直径 0.5mm の範囲内である。

【0010】また、1 点の測定時間は、エッチング検査方法では電子顕微鏡に試料をセットする時間として 20 分程度、その他の方法でも約 1 分以上必要である。そのために基板全体の結晶化率、粒径の分布を求める場合には、多量の測定点を点測定し、その結果を再構成して分布としなければならず、製造ライン上に流れる製品に対して、結晶化率分布を求めることは、製造工程により制限される検査時間では現実できない。

【0011】そこで本発明は、従来例の問題点を鑑み、

多結晶シリコン膜の結晶化率分布を二次元的に求めることを製造ラインで短時間で実施でき、取扱いが容易な半導体薄膜の検査方法及びそれを用いた半導体薄膜の製造方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、基板上に形成された多結晶シリコン膜の結晶化率分布を求める検査方法において、前記多結晶シリコン膜の表面に、波長が260nmから450nmまでの紫外から近紫外領域のうちの任意の波長の光束を照射し、その反射した光束から画像を生成し、その画像の屈折率及び／若しくは消衰係数のそれぞれに生じた差に基づき、前記多結晶シリコン膜の結晶化率分布を求める半導体薄膜の検査方法を提供する。

【0013】さらに前記基板上にアモルファスシリコン膜を形成した後、エネルギーを加えて、前記アモルファスシリコン膜を多結晶シリコン化する多結晶シリコン膜形成工程と、前記多結晶シリコン膜の表面に、波長が260nmから450nmまでの紫外から近紫外領域のうちの任意の波長の光束を照射し、その反射した光束から画像を生成し、その画像の屈折率及び／若しくは消衰係数のそれぞれに生じた差に基づき、前記多結晶シリコン膜の結晶化率分布を求める検査工程とかなる半導体薄膜の製造方法を提供する。

【0014】以上のような半導体薄膜の検査方法は、波長が260nmから450nmまでの紫外、近紫外線領域の光を発生させて二次元的に移動可能に載置される基板に照明し、その反射した反射光束を集光して撮影して撮像データを生成し、多結晶シリコン膜とa-Si膜との結晶化率の変化による屈折率n及び消衰係数kの変化を基板表面の反射率変化として検出する。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。図1を参照して、本発明の半導体薄膜の検査方法の概念について説明する。通常、多結晶シリコンの結晶化率は屈折率や消衰係数に影響を与えるが、その変化量は、可視光領域では極めて小さく、目で見ただけでは、その差を検出することはできない。

【0016】しかし、波長が260nmから450nmまでの紫外、近紫外線領域の光束を多結晶シリコンに照射すると、その反射光の光路の差は大きくなる。従って、その紫外、近紫外線領域の光束を用いた画像を得ることができれば、結晶化率の差を得ることができる。

【0017】図1には、アモルファスシリコン(a-Si)の屈折率n及び消衰係数kの特性曲線(n-kカーブ)と、多結晶シリコンのn-k特性曲線を示す。図示されるように、特に波長が260nmから450nmの範囲内で屈折率n、消衰係数kには差a、bが発生している。

【0018】従って本発明の半導体薄膜の検査方法として、この範囲(260nm～450nm)に限った波長の光束を投射して、多結晶シリコン膜が形成された基板の観察を行えば、結晶化率の変化による屈折率n及び消衰係数kの変化を基板表面の反射率変化として得ることができる。

【0019】さらに、エリプソメトリックに画像を捉えることができれば、さらにコントラストが高い画像を得ることができるはずである。図2には、本発明による半導体薄膜の検査方法を実施するための一実施形態の構成例を示し説明する。

【0020】この構成は、キセノンランプや水銀キセノンランプ、または重水素ランプのような紫外域の光束を効率よく発生する光源1と、モノクロメータ又は干渉フィルタからなり光源1からの光束から所望する波長(若しくは波長の範囲)を取り出す光波長選択部2と、取り出された光束を伝搬する光ファイバ3と、伝搬された光束で検査対象物5を照射するための照射光学系4と、検査対象物5である多結晶シリコン膜が付いた基板(以下、基板と称する)を載置する二次元的に移動可能なXYステージ6と、XYステージ6を二次元的に移動させる駆動部7と、基板5で反射した反射光束を集光する撮像光学系8と、集光された反射光束を光電変換して撮像データを生成するラインセンサ等からなる撮像部9と、撮像データに任意の処理を施し、所望の画像データ化を行う画像処理部10と、画像処理部10による画像データを表示するモニタ等からなる表示部11とで構成される。尚、図示していないがこれらの全構成部位を制御する制御部が設けられている。

【0021】このような構成において、まず、ガラス等からなる基板5上にプラズマCVD法により、少なくとも一層以上に積層された薄膜の最上層にあるアモルファスシリコン膜にエキシマレーザを照射して結晶化させて、多結晶シリコン膜を生成する。そして、光源1が発生した、波長が260nmから450nmを越える範囲の光束から光波長選択部2により、例えば450nm近辺の光束を取り出す。

【0022】取り出された光束は、光ファイバ3で照射光学系4に伝搬される。伝搬された光束は、光学系レンズを備える照射光学系4によって、検査対象物となる多結晶シリコン膜が形成された基板5の任意の箇所に照射する。

【0023】その時、照射光学系4は、受光側の撮像部9との受光効率を得るために、光源1からの光束を例えば、シリンダカルレンズを用いてライン状に整形し、照射の効率(照明効率)を上げる。特に、紫外域にある光束は弱いものが多く、且つ照射光学系4の透過率も紫外域はあまり効率的ではないため、撮像部9にラインセンサを使用した場合には、光束をライン状に整形することが重要となる。このラインセンサは、近紫外から紫外

域に感度を持つものを使用する必要がある。

【0024】前記撮像光学系8は、結晶化率の分布について、観察したい空間分解能の画像を撮像部9のラインセンサ上で得られる調整する。この撮像光学系8も近紫外から紫外域の光透過率を考慮した硝種を使用し、かつ必要な各種収差補正をするものである。

【0025】エリプソメトリック画像を得る場合には、ライン状に整形された照射光が基板に照射される前に、照射光学系4と基板5との間に偏光フィルタ12を挿入し、照射光を直線偏光にする必要がある。

【0026】さらに結晶化率の分布検査に最適な直線偏光の向きを設定するために、この偏光フィルタ12には、照射光学系4の光軸を中心に回転させる回転機構13を設ける。

【0027】また、エリプソメトリック画像を取るためには、照射光学系4の光軸は、基板5の表面に対して直角では作用しないため、光軸は直角以外の例えば、直角方向から45度や60度の角度で基板5に入射させる必要がある。尚、撮像部9により画像を得る撮像光学系8は、基板5の垂線に対して照射光学系4がなす角とおなじ角度で、照射光学系4に対向して配置して、照射光学系4から照射され基板5で反射された光束を受光する。

【0028】尚、エリプソメトリック画像を得ない場合は、照射光学系4、及び撮像光学系8の光軸は、基板5に対して垂直に配置してもよい。上記照射光学系4で照射される基板5は、XYステージ6上にセットされ、撮像部9より基板5上の全面像を得るように、図中矢印方向にX方向（Y方向）に走査される。

【0029】また照射光学系4による光束の幅が基板5の幅より狭い場合は、1回のX方向の走査では、基板全面を検査できないため、光束の幅分、ステージ上の基板5をY方向にずらし、再度X方向に走査することを繰り返し行い、基板5の全面を走査するように行なう。

【0030】そして撮像部9により得られた反射光に基づく基板の画像は、画像処理部10に送出される。画像処理部10は、撮像部9で得られた一次元の画像を基板走査方向に再構築して、2次元の画像を生成する。また、極めて淡い結晶化率の違いによる画像のコントラストを強調処理し、結晶化率の不良個所を抽出することもできる。

【0031】以上のような半導体薄膜の検査方法は、レーザアニール時のレーザ光強度の変動などに起因する多結晶シリコン膜の結晶化率ムラを画像として、製造時に基板を非破壊で捉えることができる。

【0032】また、その結晶化率ムラと実際の製品に発生する場所による性能ムラや欠陥の発生状況を比較することによって、製品が完成する前、多結晶シリコン膜を作成した直後に製品としての出来映えを予測することが

可能となり、極めて大きな歩留まりの向上に寄与することができる。

【0033】また、基板上に局在し、分光エリプソなどの点測定では、見逃す可能性が高い種類の不良、例えば、多結晶シリコン膜のもとになるa-Si膜の膜厚ムラに起因する結晶化率のムラや、レーザアニールに使用するレーザの瞬間的な強度変動なども、二次元的画像として捉えれば検出できるので、大きな歩留まり改善効果が期待できる。

【0034】また前述したように、多結晶シリコン膜の結晶化率の変化が近紫外から紫外域の特定の波長領域での多結晶シリコン膜の屈折率や消衰係数に変化を与えていることを利用し、その波長域での膜の画像を得ることで結晶化率の変化を捉えることを要旨としているので、光源から必要な波長域を抽出する手法、または光源自身をレーザなど必要な波長自身を発光するものとすることは応用例として容易に導き出すことができる。

【0035】本実施形態では撮像部として、ラインセンサを例としているが、これに換わって一般的なCCDカメラ等の2次元エリアセンサを使用し、光束をライン状にせず、カメラの撮像領域を照射することも可能である。

【0036】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、多結晶シリコン膜の結晶化率分布を二次元的に求めることを製造ラインで短時間で実施でき、取扱いが容易な半導体薄膜の検査方法及びそれを用いた半導体薄膜の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

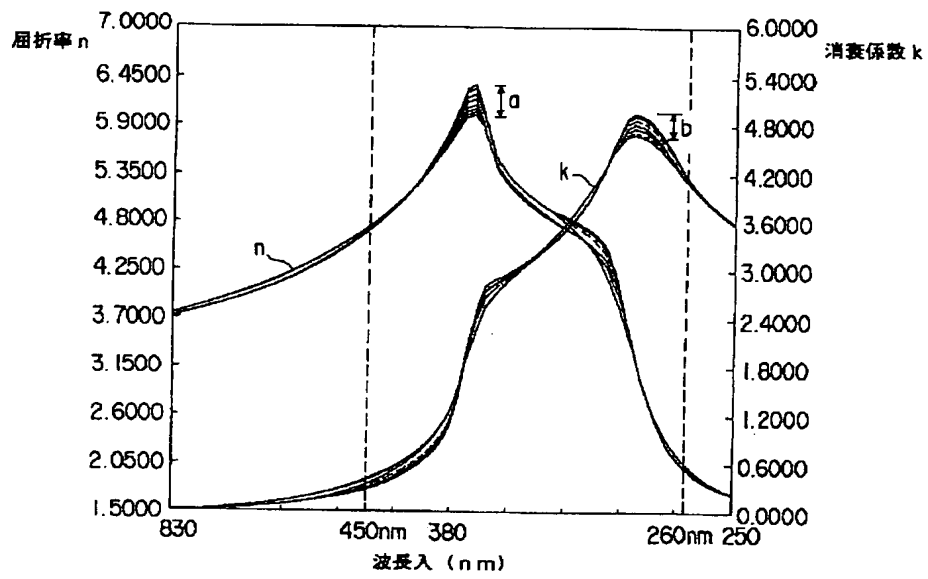
【図1】本発明の半導体薄膜の検査方法の概念について説明するための多結晶シリコン膜及びa-Si膜における光の波長に対する屈折率n及び消衰係数kの関係を示す図である。

【図2】本発明の半導体薄膜の検査方法を実施するための一構成例を示す図である。

【符号の説明】

- 1…光源
- 2…光波長選択部
- 3…光ファイバ
- 4…照明光学系
- 5…検査対象物
- 6…XYステージ
- 7…駆動部
- 8…撮像光学系
- 9…撮像部
- 10…画像処理部
- 11…表示部

【図1】



【図2】

